

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-271070
 (43)Date of publication of application : 18.10.1996

(51)Int.Cl.

F25B 9/00

(21)Application number : 07-075672
 (22)Date of filing : 31.03.1995

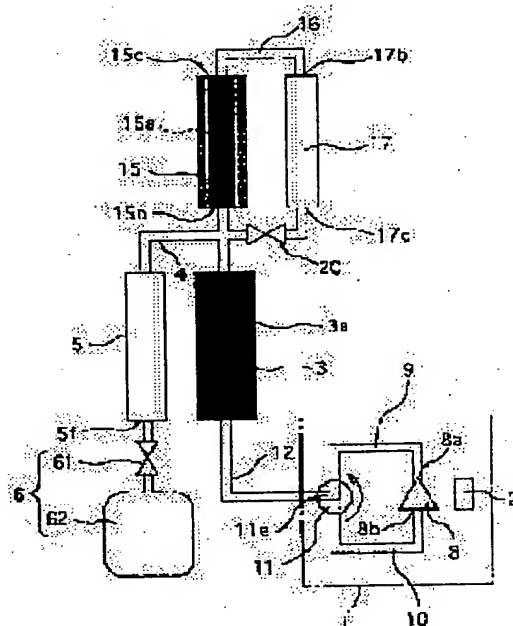
(71)Applicant : AISIN SEIKI CO LTD
 (72)Inventor : MATSUI TAKAYUKI

(54) PULSE TUBE REFRIGERATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a multistage pulse tube refrigerator which is advantageous in extraction of heat at the warmer end of a second pulse tube and for furthering improvement in refrigeration performance.

CONSTITUTION: A pulse tube refrigerator has a pressure-pulsation source 1 for vibrating the pressure of refrigerant, a radiator 2, a first cold reservoir 3, a first heat absorber 4 for extracting first-stage refrigerating cold, a first pulse tube 5, and a phase adjuster 6. This pulse tube refrigerator has in a second-stage refrigeration system a second cold reservoir 15, a second heat absorber 16, and a second pulse tube 17. A warmer end 17c of the second pulse tube 17 communicates with the first heat absorber 4 through a throttle valve 20. The warmer end 17c can be maintained within a lower temperature region.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.02.2002
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3605878
 [Date of registration] 15.10.2004
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-271070

(43)公開日 平成8年(1996)10月18日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 5 B 9/00	3 1 1		F 2 5 B 9/00 3 1 1	

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-75672

(22)出願日 平成7年(1995)3月31日

(71)出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72)発明者 松井 隆行

愛知県刈谷市八軒町5丁目50番地 株式会

社アイシン・コスモス研究所内

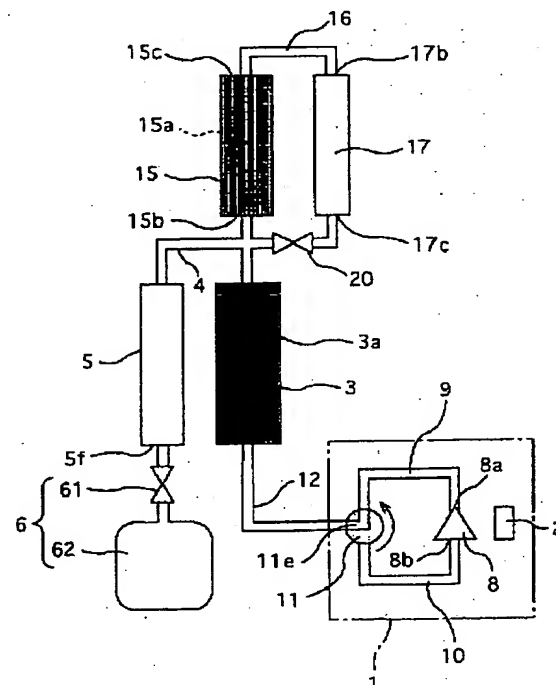
(74)代理人 弁理士 大川 宏

(54)【発明の名称】 パルス管冷凍機

(57)【要約】

【目的】第2パルス管17の温端部17cの抜熱に貢献でき、冷凍性能を一層向上させ得るのに有利な多段式のパルス管冷凍機を提供する。

【構成】この冷凍機は、冷媒の圧力を振動させる圧力振動源1と、放熱器2と、第1蓄冷器3と、第1段の冷凍を取り出す第1吸熱器4と、第1パルス管5と、位相調整器6とを備えている。第2蓄冷器15、第2吸熱部16、第2パルス管17が第2段冷凍系として装備されている。第2パルス管17の温端部17cは、第1吸熱器4に絞り弁20を介して連通している。温端部17cを低温領域に維持できる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】ガス状の冷媒の圧力を振動させる圧力振動源と、該圧力振動源に一体にまたは別体として連通され冷媒の熱を放熱する放熱器と、該圧力振動源の圧力振動が伝達される第1蓄冷空間をもち蓄冷材が該第1蓄冷空間に装填された第1蓄冷器と、該第1蓄冷器に連通された第1吸熱器と、一端部が該第1吸熱器に連通された中空状をなす第1パルス管と、第1パルス管の他端部に連通され冷媒の圧力変動と位置変動の位相差を調整する位相調整器とをもち第1段冷凍系を備えたものであって、第2蓄冷空間をもち第2蓄冷材が該第2蓄冷空間に装填された第2蓄冷器、第2吸熱器、第2パルス管を第2段冷凍系として設け、該第2蓄冷器の一端部が該第1吸熱器に連通され、該第2蓄冷器の他端部に第2吸熱器が連通され、該第2パルス管の一端部が該第2吸熱器に連通され、該第2パルス管の他端部である温端部が流量規制手段を介して該第1吸熱器、該第1蓄冷器のうちの第1吸熱器側、及び該第1パルス管のうちの第1吸熱器側の少なくとも一方に連通されており、該第2パルス管の該温端部が常温領域以下の温度に設定されていることを特徴とするパルス管冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はパルス管を用いて冷凍性能を向上させたパルス管冷凍機に関する。本発明は極低温装置に適用できる。

【0002】

【従来の技術】従来より、蓄冷器をもつ冷凍機が開発されている。この冷凍機は、そのブロック図を図3に示す様に、ガス状の冷媒の圧力を振動させる圧力振動源100と、圧力振動源100に通路103を介して連通され冷媒の熱を放熱する放熱器200と、放熱器200を介して圧力振動源100に連通された蓄冷機能をもつ蓄冷器300と、蓄冷器300に連通されたコールドヘッドとも呼ばれる吸熱器400と、冷媒の圧力変動と位置変動の位相差を調整するための位相調整器500とを備えている。

【0003】この冷凍機によれば、圧力振動源100によりガス状の冷媒（通常、ヘリウム）の圧力が振動すると、吸熱器400で吸熱され極低温の冷凍が生成する。冷凍が生成する理由は必ずしも明らかではないが、有力な説によれば、次の様に考えられている。即ち圧力振動源100の増圧作用によりガス状の冷媒の圧力が増加すると、冷媒は放熱器200、蓄冷器300等のそれぞれの位置で振動しながら熱を吐き出す。また圧力振動源100の減圧作用によりガス状の冷媒の圧力が減少すると、冷媒は放熱器200、蓄冷器300等のそれぞれの位置で振動しながら熱を吸い込む。ここで、位相調整器500により冷媒の圧力の位相を調整することで、主に

蓄冷器300内の冷媒が現在の位置から動いた所で、その位置に存在する蓄冷器300の蓄冷材から熱を吸い、他方に動いてその位置に存在する蓄冷材に熱を吐く。これにより蓄冷器300の内部を低温側から高温側へと、あたかもバケツリレーのごとく熱はくみあげられていく。その結果、吸熱器400の温度が下がって冷凍が生成されると共に、高熱側である放熱器200に熱が輸送される。

【0004】更にこの蓄冷型冷凍機を技術的に進めたものとして、近年、図4示す様に、吸熱器400と位相調整器500との間に中空長尺状のパルス管600を介在させたパルス管冷凍機が開発されている。パルス管冷凍機の冷凍理論は、現在のところ解析中であるが、有力な説によれば、パルス管600により、吸熱器400よりも位相調整器500をかなり離れた位置つまり高温側の領域（例えば常温領域）に配置できることに基くと、推察されている。

【0005】この種のパルス管冷凍機においては更に開発が進められている。そして、極低温を得るのに一層有利な多段式のパルス管冷凍機が、本出願人により近年開発されている。この多段式のパルス管冷凍機は、図2に示す様に、ガス状の冷媒の圧力を振動させる圧力振動源100と、冷媒の熱を放熱する放熱器200と、圧力振動源100の圧力振動が伝達される第1蓄冷空間301をもち第1蓄冷空間301に金網等の第1蓄冷材が装填された第1蓄冷器300と、第1蓄冷器300に連通された第1吸熱器400と、一端部601が該第1吸熱器400に連通された第1パルス管600と、第1パルス管600の他端部である温端部602に連通された位相調整器700とをもち第1段冷凍系を備えている。

【0006】ここで位相調整器700は絞り弁701とバッファタンク702とからなり、第1パルス管600側の冷媒の圧力の位相を調整するものである。更にこの多段式のパルス管冷凍機によれば、図2に示す様に、第2蓄冷空間803をもち第2蓄冷空間803に金網等の第2蓄冷材が装填された第2蓄冷器800、第2吸熱器850、中空長尺状をなす第2パルス管870、第2位相調整器880を第2段冷凍系の構成要素として設けている。第2位相調整器880は絞り弁881とバッファタンク882とからなり、中空状の第2パルス管870の冷媒の圧力の位相を調整するものである。

【0007】ここで図2から理解できる様に第2蓄冷器800の一端部801が第1吸熱器400に連通され、第2蓄冷器800の一端部802が第2吸熱器850に連通され、更に第2パルス管870の一端部871が第2吸熱器850に連通され、第2パルス管870の他端部である温端部872が絞り弁881を介してバッファタンク882に連通している。

【0008】この様な多段式のパルス管冷凍機によれば、第1吸熱器400で冷凍が生成され、更に第2吸熱

3

器850で一層低温の冷凍が生成される。従って極低温の冷凍を得るのに有利である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところでこの多段式のパルス管冷凍機によれば、第2パルス管870のうち第2吸熱器850と反対側の端、即ち温端部872で発熱（例えば320～380K程度）する不具合がある。第1パルス管600のうち第1吸熱器400と反対側の端、即ち温端部602でも同様である。

【0010】ここで第2段の冷凍を得る第2吸熱器850に直接連通するのは第2パルス管870である。この第2パルス管870の温端部872における熱生成を抑えれば、パルス管冷凍機において更に極低温の冷凍を発生するのに一層有利となることが、本出願人の試験により確認されている。その理由は、第2パルス管870は中空状であり、熱に対する遮蔽物が基本的には存在しないため、第2パルス管870の温端部872の熱が、極低温を生成する第2吸熱器850に伝熱され易く、これが第2段の冷凍を生成する第2吸熱器850における冷凍性能の限界の要因を形成しているためと、推察されている。

【0011】そこで近年、本発明者は第2パルス管870の温端部872に冷却風や冷却水を強制的に接触させて強制冷却することを試みている。しかしながらこの場合には多段式のパルス管冷凍機とは別系統の冷却風送給装置や冷却水送給装置を必要とする不具合がある。本発明は上記した実情に鑑みなされたものであり、その目的は、別系統の冷却風送給装置や冷却水送給装置を設けることなく、第2パルス管の温端部の放熱に貢献でき、冷凍性能を一層向上させ得るのに有利な多段式のパルス管冷凍機を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に係るパルス管冷凍機は、ガス状の冷媒の圧力を振動させる圧力振動源と、圧力振動源に一体にまたは別体として連通され冷媒の熱を放熱する放熱器と、圧力振動源の圧力振動が伝達される第1蓄冷空間をもち蓄冷材が第1蓄冷空間に装填された第1蓄冷器と、第1蓄冷器に連通された第1吸熱器と、一端部が第1吸熱器に連通された中空状をなす第1パルス管と、第1パルス管の他端部に連通され冷媒の圧力変動と位置変動の位相差を調整する位相調整器とをもつ第1段冷凍系を備えたものであって、第2蓄冷空間をもち第2蓄冷材が第2蓄冷空間に装填された第2蓄冷器、第2吸熱器、第2パルス管を第2段冷凍系として設け、第2蓄冷器の一端部が第1吸熱器に連通され、第2蓄冷器の他端部に第2吸熱器が連通され、第2パルス管の一端部が第2吸熱器に連通され、第2パルス管の他端部である温端部が流量規制手段を介して第1吸熱器、第1蓄冷器のうちの第1吸熱器側、及び第1パルス管のうちの第1吸熱器側の少なくとも一方に連通されており、

4

第2パルス管の温端部が常温領域以下の温度に設定されていることを特徴とするものである。

【0013】ここで第2パルス管の他端部である温端部を、第1段の冷凍が得られる第1吸熱器に流量規制手段を介して連通させる形態を採用できる。更に、第2パルス管の温端部を第1蓄冷器のうちの第1吸熱器側に連通させる形態を採用しても良い。また第2パルス管の温端部を第1パルス管のうちの第1吸熱器側に連通させる形態を採用しても良い。

10 【0014】圧力振動源は、高圧口及び低圧口をもつ圧力源本体と、圧力源本体の高圧口から吐出された高圧の冷媒が流れる高圧冷媒通路と、圧力源本体の低圧口に冷媒を戻す低圧冷媒通路と、高圧冷媒通路が第1蓄冷器に連通する第1形態と低圧冷媒通路が第1蓄冷器に連通する第2形態とを切り替える切替弁とをもつ構成にできる。

【0015】

【作用】本発明によれば従来の多段式のパルス管冷凍機と同様に、圧力振動源によりガス状の冷媒の圧力が振動すると、第1吸熱器で吸熱されて冷凍が生成する。更に第2吸熱器で吸熱されて一層低温の冷凍が生成する。この様に第1吸熱器は冷凍のため低温とされる。この様に低温となる第1吸熱器、第1蓄冷器のうちの第1吸熱器側、及び第1パルス管のうちの第1吸熱器側の少なくとも一方に、第2パルス管の温端部側は流量規制手段を介して、連通されている。そのため、第2パルス管の温端部側は常温領域よりも低温に維持されている。

【0016】

30 【実施例】以下、本発明の実施例を図1を参照して具体的に説明する。

（実施例1）図1においてこのパルス管冷凍機は、ガス状の冷媒（ヘリウム）の圧力を振動させる圧力振動源1と、圧力振動源1に一体的に装備され冷媒の熱を放熱する放熱器2と、金属網等の蓄冷材が密に保持された第1蓄冷空間3aをもちかつ圧力振動源1に通路12を介して連通された第1蓄冷器3と、第1蓄冷器3に連通された第1コールドヘッドと呼ばれる第1段の冷凍を取り出す第1吸熱器4と、第1吸熱器4に連通された中空長尺状をなす金属製の第1パルス管5と、位相調整器6とを備えている。第1吸熱器4では冷凍（例えば数10K程度）が生成される。パルス管5のうち第1吸熱器4と反対側の部位は、発熱現象を伴う温端部5fとされている。

40 【0017】位相調整器6は、第1パルス管5によって第1吸熱器4に対して離れた位置に、つまり常温領域に配置されている。位相調整器6は第1パルス管5の冷媒の圧力変動と位置変動の位相差を調整するためのものであり、絞り弁61、バッファタンク62をもつ。本実施例では、この様に位相調整器6を、いわゆるオリフィスパルス管冷凍機の構成としているが、位相調整器はこ

50

の方式に限ったものではない。絞り弁61は、第1パルス管5からバッファタンク62に流れる冷媒の流量を絞って規制するためのものであり、オリフィスや流量絞り弁で構成できる。位相調整器6は、第1パルス管5側の冷媒の圧力変動と位置変動の位相差を調整するためのものであるから、多量の冷媒流量を冷凍生成のために必要とする第1蓄冷器3とは異なり、冷媒流量はあまり必要とせず、従って絞り弁61で絞るものである。

【0018】本実施例では圧力振動源1は、冷媒圧縮機能及び冷媒吸込機能をもつ圧力源本体として機能するコンプレッサ8と、コンプレッサ8の吐出口とも呼ばれる高圧口としての高圧ポート8aにつながる高圧冷媒通路9と、コンプレッサ8の吸込口とも呼ばれる低圧口としての低圧ポート8bにつながる低圧冷媒通路10と、切替通路11eをもつ回転弁方式の主切替弁11とを備えている。

【0019】コンプレッサ8に一体的に装備された放熱器2は、冷媒の熱を放出つまり放熱させる機能をもつ。即ち、放熱器2は、風や冷却水を供給して強制空冷や強制水冷により、コンプレッサ8自体、或いは、コンプレッサ8の高圧ポート8aから吐出される冷媒の熱を放出して冷媒を冷却するものである。図1から理解できる様に主切替弁11は、高圧冷媒通路9と、低圧冷媒通路10と、第1蓄冷器3に連通する通路12との間に配置されている。

【0020】主切替弁11は、回転に伴い第1形態と第2形態とに切り替えられる。主切替弁11が第1形態に切り替わると、図11に示す様に高圧冷媒通路9が切替通路11e及び通路12を介して第1蓄冷器3に連通して、高圧冷媒通路9の高圧が第1蓄冷器3に供給され、第1蓄冷器4の内部の冷媒は高圧（ゲージ圧で通常20気圧）となる。この様な第1形態では、低圧冷媒通路10は第1蓄冷器3に連通しない。

【0021】また主切替弁11が第2形態に切り替わると、低圧冷媒通路10が切替通路11e及び通路12を介して第1蓄冷器3に連通するので、第1蓄冷器3の内部は低圧（ゲージ圧で通常10気圧）となる。この様な第2形態では、高圧冷媒通路9は第1蓄冷器3に連通しない。この様に主切替弁11が第1形態と第2形態とに交互に切り替わると、第1蓄冷器3の内部の冷媒は、所定の時間的間隔をもって交互に高圧状態と低圧状態となる。

【0022】更に本実施例では、第2蓄冷器15、第2吸熱器16、中空長尺状をなす金属製の第2パルス管17が第2段冷凍系の構成要素として設けられている。第2蓄冷器15の第2蓄冷空間15aには金属網等の第2蓄冷材が装填されている。第2蓄冷器15の一端部15bは第1吸熱器4に連通されている。第2蓄冷器15の他端部15bは第2吸熱器16に連通されている。第2吸熱器16は第2コールドヘッドとも呼ばれ、第1吸熱

器4よりも低温である第2段の冷凍を取り出すものである。第2パルス管17の一端部17bは第2吸熱器16に連通されている。第2パルス管17の他端部である温端部17cは、第1段の冷凍が生成される第1吸熱器4に、流量規制手段としての絞り弁20を介して連通している。なお、温端部17cを絞り弁20を介して、第1蓄冷器3のうちの第1吸熱器4側、または、第1パルス管5のうちの第1吸熱器4側に連通することもできる。

【0023】上記した本実施例によれば、圧力振動源1が作動すると、前述の様に、第1蓄冷器3内で高圧状態、低圧状態が繰り返されると共に、位相調整器6により第1パルス管5内の冷媒の圧力位相が調整される。これにより第1吸熱器4で第1段目の冷凍、例えば50K～100K程度の低温領域の冷凍が生成される。更に第2冷凍系を構成する第2蓄冷器15内で高圧状態、低圧状態が繰り返される。このとき第2蓄冷器15の第2蓄冷空間15aに蓄冷材が装填されているので、その圧力損失に基づいて第2パルス管17内の冷媒の圧力位相が調整される。これにより第2吸熱器16で第2段目の冷凍、例えば数K～数十K（特に20K）程度の低温領域の冷凍が生成される。

【0024】以上説明した様に本実施例では、第2段の冷凍を取り出す第2吸熱器16に連通する第2パルス管17の他端部である温端部17cは、第1段の冷凍が生成される第1吸熱器4に絞り弁20を介して連通している。そのため、第2パルス管17の温端部17cを、常温領域以下の温度、即ち例えば50K～100K（特に80K）程度の低温領域に維持できる。故に第2パルス管17の両端の温度差を比較的小さく保つことが可能となり、第2パルス管17を通して第2吸熱器16への侵入熱をより少なく抑えることができる。これにより第2吸熱器16により取り出される第2段の冷凍性能が温端部17cによって損なわれることは、抑制または回避される。従って、第2吸熱器16での冷凍を効果的に確保でき、多段式のパルス管冷凍機の冷凍性能は向上する。

【0025】更に第2パルス管17の他端部である温端部17cを第1吸熱器4に連通している本実施例によれば、温端部17cを常温領域以下の温度に設定するため、第2パルス管17の長さを、図2に示す形態の冷凍機に比較して短縮化するのにも有利である。絞り弁20を設けた理由は、第2蓄冷器15の第2蓄冷空間15aを往復する冷媒に比較して、第2パルス管17の温端部17cを往復する冷媒は少量で済むためである。例えば、第2蓄冷器15を往復する冷媒に対して、第2パルス管17の温端部17cを往復する冷媒は（1/数）～（1/10）程度で足りる。絞り弁20に代えて、冷媒が流れる流路の内径が狭小化した配管を用い、これを第1吸熱器4に連通して流量規制手段とすることもできる。

【0026】なお第2段の冷凍を得る第2吸熱器16に熱影響を与えやすいのは、これに直接連通している第2

7

8

パルス管 17 の温端部 17c であるから、上記した実施例では第 2 パルス管 17 の温端部 17c を低温領域に維持する構成である。これに限らず第 1 段の冷凍を得る第 1 吸熱器 4 に直接連通する第 1 パルス管 5 の温端部 5f に接近させて冷却風送給装置や冷却水送給装置を設け、そして冷却空気や冷却水を第 1 パルス管 5 の温端部 5f に接触させ温端部 5f を強制冷却する構成とすれば、第 2 吸熱器 16 において尚一層の低温を得るのに有利である。

【0027】また絞り弁 20 が可変式である場合には、その絞り度合を可変すれば、第 2 パルス管 17 における圧力を最適に微調整でき、冷凍性能確保に有利である。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、第 2 段の冷凍を取り出す第 2 吸熱器に第 2 パルス管は連通しており、この第 2 パルス管の温端部側は常温領域以下の温度に設定されているので、第 2 パルス管を介して第 2 吸熱器への熱流入*

* は効果的に抑止される。よって冷凍性能が一層向上した多段式のパルス管冷凍機が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例に係る多段式のパルス管冷凍機の構成図である。

【図 2】本出願人が開発した多段式のパルス管冷凍機の構成図である。

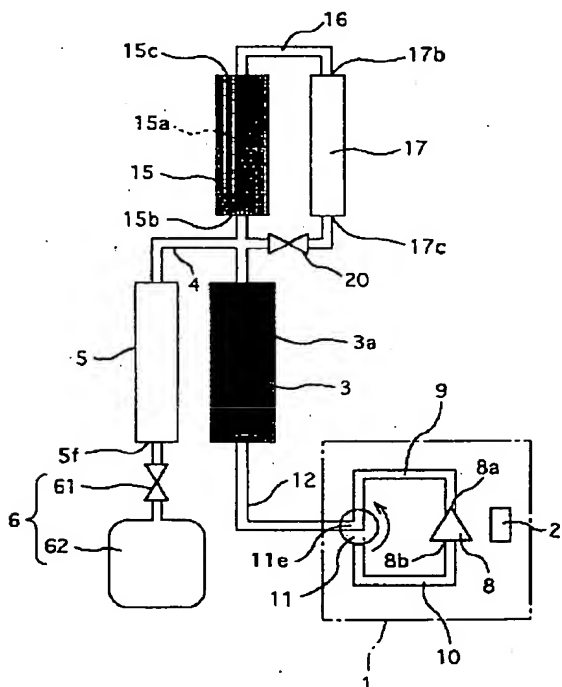
【図 3】従来例に係る冷凍機のブロック図である。

【図 4】従来例に係るパルス管冷凍機のブロック図である。

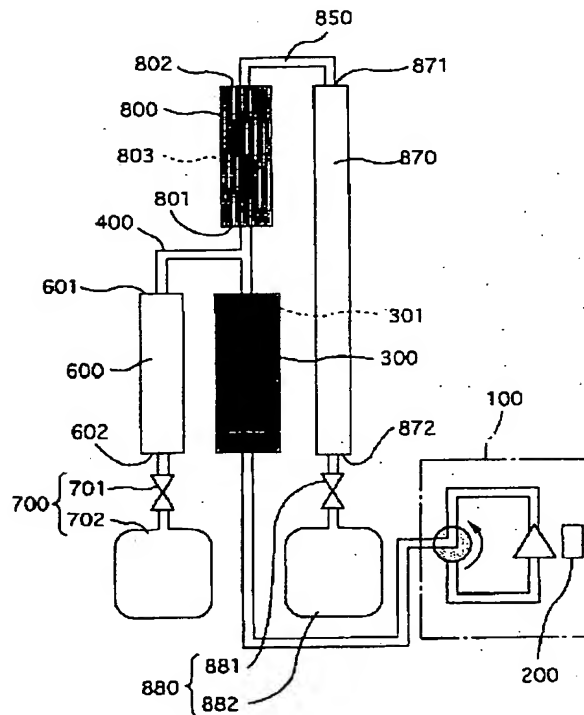
【符号の説明】

図中、1 は圧力振動源、3 は第 1 蓄冷器、4 は第 1 吸熱器、5 は第 1 パルス管、6 は位相調整器、8 はコンプレッサ 9 は高压冷媒通路、10 は低压冷媒通路、11 は主切替弁、15 は第 2 蓄冷器、16 は第 2 吸熱器、17 は第 2 パルス管、20 は絞り弁（流量規制手段）を示す。

【図 1】

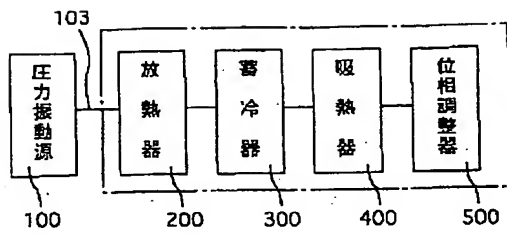


【図 2】



BEST AVAILABLE COPY

【図3】



【図4】

